



Д.Н. Франтасов

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМИ ПОДСТАНЦИЯМИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Существующая на сети железных дорог пропускная способность поездов по устройствам электроснабжения обусловлена проектами электрификации участков в период 1950-80гг. с заданным весом поездов до 4,5 тысяч тонн. При этом оценка пропускной способности конкретных участков дороги осуществляется с использованием устаревшей нормативно-технической документации без учёта, как устаревания, так и модернизации оборудования системы тягового электроснабжения. Такие ключевые параметры как максимальный вес поезда, количество поездов на фидерной зоне и схема их пропуска, межпоездной интервал зачастую не соответствуют реальным возможностям системы тягового электроснабжения. Это приводит с одной стороны к возникновению аварийных ситуаций – пережѳг контактной сети, перегрузка и отказ тягового трансформатора и понижающего трансформатора, неисправностям в оборудовании тягового подвижного состава, с другой стороны – к занижению пропускной способности участка железной дороги, к увеличению потерь электроэнергии в контактной сети с третьей стороны.

Для определения процессов, протекающих в энергосистеме, создают информационно-измерительные системы управления технологическими процессами (ИИСУ ТП). К сожалению, современная элементная база не позволяет получать информацию с энергообъектов с погрешностью менее 0.5% при нормальных режимах работы энергосистемы. В большинстве случаев эта погрешность будет составлять 2-5%. Это связано с погрешностью первичных датчиков тока и напряжения, в качестве которых часто используют измерительные трансформаторы.

При измерениях электрической энергии и мощности, эта информация зачастую является первичной для такого рода систем, реализуемых посредством ИИСУ ТП (состоящей из измерительных преобразователей напряжения и тока, счетчика электрической энергии, линии присоединения счетчика к преобразователям), расчет доверительных границ относительной погрешности измерений количества электрической энергии при доверительной вероятности, равной 0.95, выполняют (в предположении, что все составляющие погрешности имеют равномерную функцию плотности вероятности) по формуле:

$$\delta_w = \pm 1.1 \times \sqrt{\delta_I^2 + \delta_U^2 + \delta_\Theta^2 + \delta_E^2 + \delta_{\tilde{n}\tilde{i}}^2 + \sum_{i=1}^l \delta_{ci}^2}, \quad (1)$$

где  $\delta_I$  – пределы допускаемой токовой погрешности преобразователя тока;  $\delta_U$  – пределы допускаемой погрешности преобразователя напряжения;  $\delta_\Theta$  – доверительные границы допускаемой погрешности трансформаторной



схемы подключения счетчика (при измерениях активной или реактивной электроэнергии);  $\delta_\varepsilon$  – погрешность из-за потери напряжения в линии соединения счетчика с преобразователем напряжения;  $\delta_{\tilde{n}i}$  – пределы допускаемой основной относительной погрешности счетчика;  $\delta_{\tilde{n}i}$  – пределы допускаемой дополнительной погрешности счетчика от  $i$ -й влияющей величины;  $l$  – число влияющих величин.

Существует структурный метод коррекции погрешности измерительных преобразователей [1]. Исследования, приведённые в [2, 3] показали, что его применение позволит на порядок уменьшить погрешность типовых измерительных трансформаторов тока.

На рисунке 1 представлены схемы традиционной ИИСУ ТП и ИИСУ ТП на основе преобразователя тока (ПТ), преобразователя напряжения (ПН), корректирующего преобразователя (ПК) и счетчика электроэнергии. На рисунке 1 также отражены погрешности используемых измерительных преобразователей.

При измерениях активной электрической энергии и мощности в предположении, что ИИСУ ТП состоит из измерительных преобразователей напряжения и тока с коррекцией (класс точности 0,05) и цифрового счетчика электрической энергии с коррекцией (класс точности 0,05), по (1) получим  $\delta_w \approx \pm 0.1\%$

( $\sum_{i=1}^l \delta_{ci}^2 = 0$ , поскольку расчет проводится для нормальных условий эксплуатации счетчика).

Значение результирующей погрешности ИИСУ ТП с коррекцией в 4 раза меньше чем у существующих аналогов, что позволяет более достоверно отслеживать режимы, протекающие в энергосистеме.

Замысел предлагаемой ИИСУ ТП состоит в создании геоинформационной системы мониторинга состояния системы тягового электроснабжения. Основой системы будут являться данные, получаемые в режиме реального времени с датчиков, подключенных к фидерам, питающим контактную сеть на тяговых подстанциях. Датчики осуществляют измерение таких параметров как напряжение, сила тока, активная и реактивная мощность и др. Данные поступают в базу данных, где происходит их обработка и сравнение с допустимыми (предельными) значениями соответствующих параметров того или иного элемента системы тягового электроснабжения. Например, фактический ток снятый с фидера, питающего участок контактной сети сравнивается с допустимым для типа контактной подвески данного участка, а фактическое значение мощности, потребляемой подвижным составом, сравнивается с максимальной мощностью тягового трансформатора. Подсистема отображения предполагает наглядную схему, на которой диспетчерский персонал может видеть, как распределяется нагрузка по системе электроснабжения и принимать решения по высвобождению участков загрузка которых приближается к предельным значениям и дополнительно нагружать участки, возможности которых это допускают.

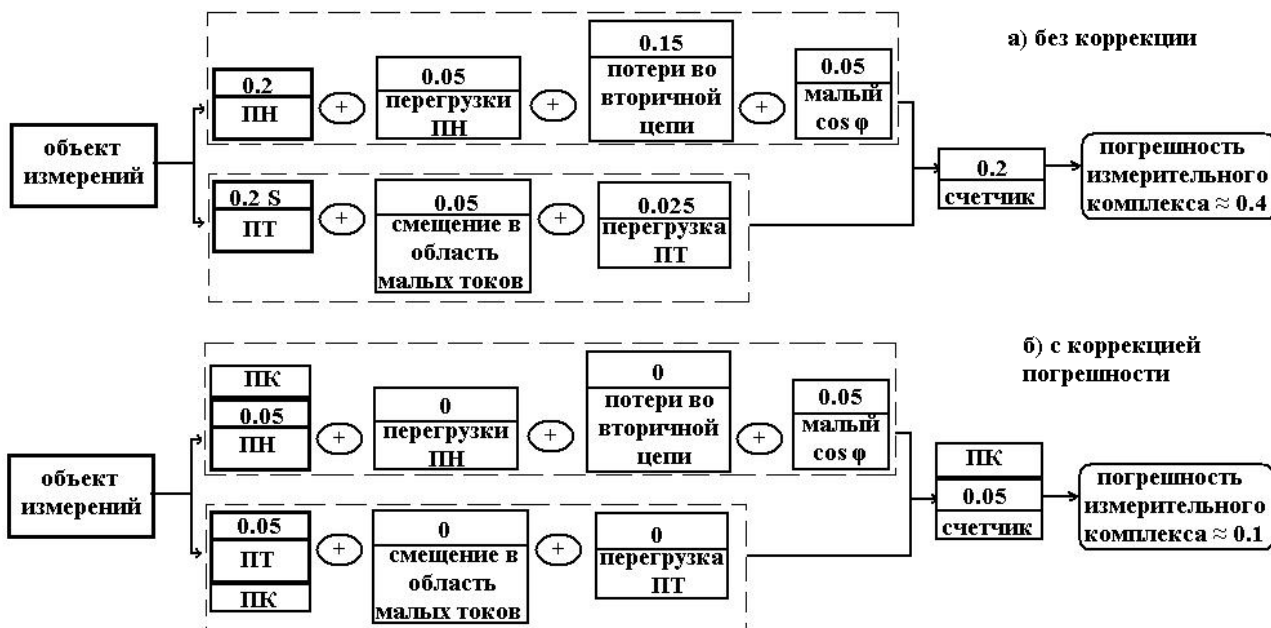


Рис. 1. Структурная схема ИИСУ ТП с учетом накопления:  
а) без коррекции; б) с коррекцией погрешности

### Литература

1. Косолапов. А.М. Метод улучшения метрологических характеристик средств измерений с гальванической развязкой // Измерительная техника. - 1990. №4. – С. 43 - 45.
2. Косолапов А. М. Исследование трансформатора тока с коррекцией погрешности / А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Датчики и системы. – 2010. – № 6. – С. 55 – 58.
3. Косолапов А. М. Улучшение метрологических характеристик трансформаторов тока с цифровым блоком коррекции погрешности / А. М. Косолапов, Д. Н. Франтасов // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. – № 3(23). –С. 90–93.

О.К. Головнин, С.В. Михеев, А.Д. Щербаков

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

(Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика  
С.П. Королёва (национальный исследовательский университет))

В настоящее время широкое распространение получили геоинформационные системы (ГИС). На большинстве карт города обязательно присутствуют элементы улично-дорожной сети (УДС): дороги, перекрестки дорог, железнодорожные переезды, пешеходные переходы, путепроводы и т.д. Рассмотрим граф УДС – основу модели УДС. Оттого, насколько правильно будет построен граф, будет зависеть точность решения таких задач, как построение маршрутов транспортных средств, моделирование дорожного движения, дислокации технических средств организации дорожного движения и т.п. Если карта достаточ-